

PUB-NO: EP000994550A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: EP 994550 A1

TITLE: Permanent magnet assembly for and electrical
machine and
method for its manufacturing

PUBN-DATE: April 19, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

SABINSKI, JOACHIM DIPL-ING

DE

KUSS, HANS PROF DR-ING

DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

SACHSENWERK GMBH

DE

APPL-NO: EP99120240

APPL-DATE: October 11, 1999

PRIORITY-DATA: DE19846924A (October 12, 1998)

INT-CL (IPC): H02K001/27, H02K015/03

EUR-CL (EPC): H02K001/27 ; H02K001/28, H02K015/02 , H02K015/03

ABSTRACT:

CHG DATE=20001004 STATUS=O> The unit has a cylindrical or linear ferromagnetic body containing permanent magnets (7). Internal grooves (5), especially in the form of dovetails, are arranged in stamped one-piece round or strip sheet (2), with grooves (3) and teeth (4) for retaining the sheet. The number of internal grooves is suitable for accommodating the permanent magnets. There is only a narrow, removable bridge between the internal grooves and other grooves. The layered packet is reinforced with non-ferromagnetic material.

Permanent magnets are laid in semi-open grooves and enclosed by a pourable material. Preferably trapezoidal openings, matching the outer profile of the teeth, are formed in the teeth in the lower region facing the groove's base.

An Independent claim is also included for a method of manufacturing a permanent magnet stimulated unit of an electrical machine.



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 994 550 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.04.2000 Patentblatt 2000/16

(51) Int. Cl.⁷: H02K 1/27, H02K 15/03

(21) Anmeldenummer: 99120240.9

(22) Anmeldetag: 11.10.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• Sablinski, Joachim, Dipl.-Ing.
01169 Dresden (DE)
• Kuss, Hans, Prof.Dr.-Ing.
01109 Dresden (DE)

(30) Priorität: 12.10.1998 DE 19846924

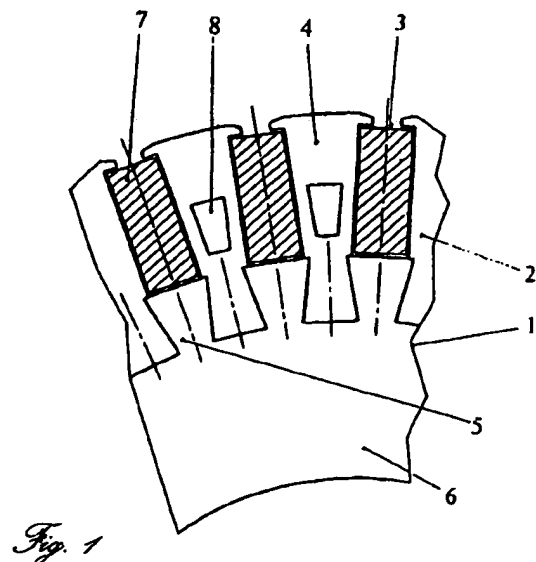
(74) Vertreter: Weissfloh, Ingo
Ilberg - Weissfloh
Patentanwälte
Prellerstrasse 26
01309 Dresden (DE)

(71) Anmelder: VEM Sachsenwerk GmbH
01242 Dresden (DE)

(54) Permanentmagnetenerregte Baugruppe einer elektrischen Maschine und Verfahren zu ihrer Herstellung

(57) Die Erfindung betrifft eine permanentmagnet-erregte Baugruppe einer elektrischen Maschine und ein Verfahren zu ihrer Herstellung insbesondere eine Synchronmaschine mit ferromagnetischen Körper und darin angeordneten Permanentmagneten für den Einsatz als kompakte Antriebslösungen.

Erfindungsgemäß sind in an sich bekannte gestanzte einteilige Blechenden oder Blechstreifen (2) mit Nuten (3) und Zähnen (4) zum Rücken hin, Innennuten (5) angeordnet. Die Zahl und Lage der Innennuten (5) ist den Nuten (3) für die Aufnahme der Permanentmagnete (7) angepaßt. Zwischen den Innennuten (5) und Nuten (3) ist zunächst ein schmaler, entfernbarer Steg (9) angeordnet. Anschließend wird das Blechpaket geschichtet und dann mit nichtferromagnetischem Material (6) verfestigt. Nach dem Aushärten der Verfestigung erfolgt ein Ausfräßen der Nuten (3) bis auf das nichtferromagnetische Material (6). In vorzugsweise halboffenen Nuten (3) werden Permanentmagnete (7) eingelegt und verfestigt. Im Inneren der geblechten Zähne (4) im unteren Bereich zum Nutgrund hin sind Öffnungen (8) angeordnet. Abschließend wird ein Aushärten des gesamten erfindungsgemäßen permanentmagnetenerregten Baugruppe mit aus dem Elektromaschinenbau bekannten Verfahren durchgeführt.



EP 0 994 550 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine permanentmagnetenerregte Baugruppe einer elektrischen Maschine und ein Verfahren zu ihrer Herstellung insbesondere einer Synchronmaschine mit ferromagnetischem Körper und darin angeordneten Permanentmagneten vorzugsweise für den Einsatz als kompakte Antriebslösungen.

[0002] Rotierende elektrische Maschinen, die mit Permanentmagnetenerregung arbeiten, sind zum einen als Transversalfußmaschinen bekannt. Solcherart nach dem Transversalfußprinzip aufgebaute Maschinen können sowohl als Motor als auch als Generator betrieben werden. In der Regel besteht der Läufer aus einem oder mehreren axial aneinander gereihten, durch zwischenliegende Kunststoffringe oder aus einem anderen elektrisch nichtleitenden Material bestehende Ringe und/oder von einer Läuferscheibe voneinander getrennte, konzentrische Ringe, in denen am Umfang abwechselnd sogenannte Sammler- bzw. Weicheisenelemente angeordnet sind. Diese können üblicherweise aus axial aufgeschichtetem Elektroblech aufgebaut sein und daran sind Magnete angeordnet. Diese konzentrischen Ringe werden auch als Polstruktur bezeichnet. Problematisch ist bei allen Transversalfußmaschinen die mechanische Festigkeit des Läuferaufbaues. Bekanntermaßen wird versucht die erforderliche Festigkeit durch Kleben zu erreichen, wobei zusätzlich diese Klebeverbindungen mit einfachen konstruktiven Elementen, wie beispielsweise Bolzen, Schrauben, Nieten usw. verfestigt werden. In zunehmenden Maße werden auch Bandagen auf der Läuferoberfläche eingesetzt, um die Fliehraftbeanspruchungen zu beherrschen. Ein Nachteil dieser zusätzlichen Elemente ist die beträchtliche Vergrößerung des Volumens des Läufers sowie der hohe Fertigungs- und Bearbeitungsaufwand. Zudem sind bei Anordnung der Sicherungselemente durch die Ringe hindurch entweder die Magnete in geteilter Form oder bei Durchführung bzw. Anordnung derartiger Elemente im Bereich der Weicheisenelemente diese einem hohen Bearbeitungs- und Fertigungsaufwand ausgesetzt. Weiterhin wird bei derartigen Ausführungen durch die Vergrößerung des Läufers in radialer Richtung, das die Kühlverhältnisse bestimmende Verhältnis Oberfläche/Volumen verschlechtert, wobei die Kühlung bei Transversalfußmaschinen ohnehin problematisch ist. In der DE-PS 195 35 256 ist eine Lösung beschrieben, bei der diese Nachteile vermieden werden sollen. Dabei sind eine Vielzahl von in axialer Richtung wirksame zusätzliche Zuelemente auf wenigstens einem Durchmesser außerhalb des durch die sogenannten Grenzdurchmesser eingeschlossenen Bereich vorgesehen. Allerdings erhöht sich der Fertigungsaufwand bei dieser Lösung gegenüber der geklebten Ausführung weiter.

[0003] In den vergangenen Jahren sind permanentmagnetisch erregte elektrische Maschinen immer höherer Leistung entwickelt worden, begünstigt durch

konstruktive Maßnahmen, spezielle Steuerschaltungen mit höheren Schaltfrequenzen und in der Zwischenzeit verfügbar gewordenes Permanentmagnetmaterial hoher Energiedichte. Mittlerweile sind solche Leistungen erreicht, daß sich das Problem der Wirbelstromverluste erheblich negativ bemerkbar macht. Aus dem Elektromaschinenbau ist es allgemein bekannt, zur Vermeidung von Wirbelstromverlusten sowohl den Ständer als auch den Läufer geblecht auszuführen. In der DE-OS 196 48 758 ist eine permanentmagnetisch erregte elektrische Maschine mit einem ferromagnetischen Läuferückschluß beschrieben, wo paketierte Blechronden und eine Art geschichtete Permanentmagnete zur Vermeidung von Wirbelstromverlusten eingesetzt werden. Dabei sind die Permanentmagnete sowohl bei der Außenläufer- als auch bei der Innenläufermaschine jeweils außerhalb am Umfang des Blechpaketes angeordnet. Nachteilig ist hierbei, daß für Hochleistungsmaschinen der Fertigungsaufwand weiterhin hoch ist.

[0004] In der DE-OS 44 23 620 sind einzelne Permanentmagnete in einem zylindrischen Joch, das aus isotropen Permanentmagnetmaterial besteht, angeordnet. Allerdings ist diese Ausführung nur für rotierende elektrische Maschinen sehr kleiner Leistungen geeignet. Der Läufer ist dabei als Glockenläufer ausgebildet.

[0005] Mehrere Permanentmagnete in einem zylindrischen Läuferkörper sind aus der DE-OS 40 33 454 bekannt. Allerdings wird dabei das Permanentmagnetmaterial aus Gründen der mechanischen Festigkeit eingespritzt. Diese Lösung schränkt den Einsatz moderner Permanentmagnetmaterialien hoher Energiedichte ein und ist nur für rotierende elektrische Maschinen kleiner Leistung geeignet. Durch die ausschließliche Verwendung von ferromagnetischen Material für den Läufergrundkörper erhöht sich der Streufeldanteil des Permanentmagneten. Dies bedingt einen höheren Einsatz von Permanentmagnetmaterial.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine permanentmagnetenerregte Baugruppe einer elektrischen Maschine zu schaffen, der die mechanische Festigkeit insgesamt und auch der Baugruppenbauteile verbessert, die Anzahl der Baugruppenbauteile verringert, den Wirkungsgrad der gesamten hochausgenutzten elektrischen Maschine verbessert und ein Verfahren zu ihrer Herstellung zu entwickeln, daß die Fertigungsaufwendungen verringert und eine seriengerechte Fertigung ermöglicht.

[0007] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale der beiden ersten Patentansprüche gelöst. Die erfindungsgemäße permanentmagnetenerregte Baugruppe und das Verfahren zu ihrer Herstellung bewirken eine Konstruktion, die den bewährten Prinzipien aus anderen Gebieten des Elektromaschinenbaus nahekommt. Insbesondere ist die mechanische Festigkeit der gesamten Konstruktion für harte Betriebsbedingungen geeignet. Die Betriebssicherheit und die Lebensdauer der mit den erfindungs-

gemäß den permanentmagneterregte Baugruppen hergestellten Antriebe kann nunmehr die Forderungen für diese Einsatzfälle erfüllen. Eine seriengerechte Herstellung mit bekannten Maschinen, Anlagen und Technologien des Elektromaschinenbaues ist durchführbar.

[0008] Die Erfindung soll nachstehend in einem Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnung näher erläutert werden.

[0009] Es zeigen

Fig. 1 einen Teil einer erfindungsgemäßen permanentmagneterregte Baugruppe einer elektrischen Maschine, hier in der Ausführung eines Läufers einer rotierenden elektrischen Synchronmaschine im Querschnitt,

Fig. 2 einen Ausschnitt eines Blechpaketes mit dem schmalen, entfernbaren Steg und

Fig. 3 eine Ausführung als Außenläufermaschine.

Der erfindungsgemäße Läufer 1 einer permanentmagneterregten rotierenden elektrischen Synchronmaschine besteht aus an sich bekannten gestanzten einteiligen Blechronden oder Blechstreifen 2 (hier Läuferblechronden) mit Nuten 3 (hier Läufernuten) und Zähnen 4 (hier Läuferzähnen) und ist zusätzlich zum Rücken (hier Läuferwelle) hin mit Innennuten 5, vorzugsweise in Form eines Schwalbenschwanzes, hier mit dem schmalen Teil zur Läuferwelle hin, versehen. Die Zahl und Lage der Innennuten 5 ist den Nuten 3 (hier Läufernuten) für die Aufnahme der Permanentmagnete angepaßt. Andere Formen der Innennuten 5, z. B. oval, sind möglich.

Zunächst ist zwischen den Nuten 3 (hier Läufernuten) und den Innennuten 5 noch ein schmaler, entferntbarer Steg 9 angeordnet. Die vorgefertigten an sich bekannten einteiligen Blechronden oder Blechstreifen 2 (hier Läuferblechronden) mit erfindungsgemäßen schmalen, entfernbaren Stegen 9 zwischen Nut 3 (hier Läufernut) und Innennut 5 werden zu einem ferromagnetischen Körper (hier Läuferblechpaket) geschichtet.

[0010] Anschließend erfolgt ein Verfestigen der geschichteten Blechronden oder Blechstreifen 2 (hier Läuferblechpaket) untereinander mittels nichtferromagnetischen Material 6. Vorzugsweise wird das Verfestigen der geschichteten Blechronden oder Blechstreifen 2 (hier Läuferblechpaket) mittels eines Vergießens mit Aluminiumverguß durchgeführt.

In einer anderen Ausführungsform wird das Verfestigen mit nichtferromagnetischen Material 6 auf der Basis von in die Innennuten 5 eingelegten tränkbaaren Glasfasermatten und darin eingebrachten speziell geformter vorzugsweise dreieckiger Glasfaserkeile durchgeführt. Nach dem Aushärten der Verfestigung werden die erfindungsgemäßen schmalen, entfernbaren Stege 9 entfernt, indem ein Ausfräßen der Nuten 3 (hier Läufernuten) bis auf das nichtferromagnetische Material 6, daß die Innennut 5 ausfüllt, erfolgt.

[0011] In die halboffenen Nuten 3 (hier Läufernu-

ten) werden nun Permanentmagnete 7, die mit quellfähigen Material (in der Figur nicht dargestellt) vorzugsweise quellfähigen Glasfasermatten umhüllt sind, montiert. Dabei erfolgt des weiteren eine Abdeckung der offenen Nutteile (hier Läufernutteile). Im Inneren der geblechten Zähne 4 (hier Läufernutteile) sind im unteren Bereich zum Nutgrund (hier Läufernutgrund) hin, Öffnungen 8, die vorzugsweise trapezförmig und den äußeren Zahnformen angepaßt sind, angeordnet.

10. Anschließend wird die vormontierte erfindungsgemäße permanentmagneterregte Baugruppe (hier der Läufer) mit aus dem Elektromaschinenbau bekannten Verfahren ausgehärtet. Vorzugsweise wird die Aushärtung mit dem Vacuum pressure impregnation (VPI) Verfahren durchgeführt.

15. [0012] Figur 3 zeigt die Ausführung einer erfindungsgemäßen permanentmagneterregte Baugruppe als Außenläufer. Dabei liegen die erfindungsgemäßen Innennuten 5 außen und haben eine sehr geringe Tiefe. Die Verfestigung mittels nichtferromagnetischen Material 6 ergibt einen dünnwandigen geschlossenen zylindrischen gehäuseartigen Außenring. Vorzugsweise erfolgt die Verfestigung mittel Aluminiumverguß. Nach dem Aushärten werden die schmalen entfernbaren Stege mittels Ausfräsen entfernt und der Außenläufer analog wie beim Innenläufer weiter montiert und fertiggestellt.

20. [0013] In einer anderen Herstellungsvariante kann die Verfestigung mittels nichtferromagnetischen Material 6 als ein extra Verfestigungskörper gesondert hergestellt und die erfindungsgemäße permanentmagneterregte Baugruppe hier Blechpaket aus einteiligen Blechronden einzeln in den Verfestigungskörper eingeklebt oder eingeschrumpft werden. 25. Anstelle der Blechronden können die zahnartigen Einzelpole separat gefertigt und in den nichtferromagnetischen Verfestigungskörper einzeln eingefügt werden. Dazu muß der nichtferromagnetische Verfestigungskörper über eine entsprechende Anzahl Innennuten verfügen. 30. 35. 40.

Patentansprüche

1. Permanentmagneterregte Baugruppe einer elektrischen Maschine insbesondere einer Synchronmaschine mit einem zylindrischen oder linearen ferromagnetischen Körper und darin angeordneten Permanentmagneten, dadurch gekennzeichnet,

daß in an sich bekannte gestanzte einteilige Blechronden oder Blechstreifen (2) mit Nuten (3) und Zähnen (4) zum Rücken der Blechronden oder des Blechstreifens (2) hin Innennuten (5), vorzugsweise in Form eines Schwalbenschwanzes, angeordnet sind, die Zahl und Lage der Innennuten (5) den Nuten (3) für die Aufnahme der Permanentma-

gnete (7) angepaßt ist,
 zwischen den Innennuten (5) und Nuten (3) nur
 ein schmaler, entfernbarer Steg (9) angeordnet
 ist,
 daß das geschichtete Blechpaket nichtferroma- 5
 gnetischen Material (6) verfestigt ist,
 daß in vorzugsweise halboffenen Nuten (3)
 Permanentmagnete (7) eingelegt sind,
 diese Permanentmagnete (7) mit quellfähigen
 Material umhüllt sind 10
 und im Inneren der geblechten Zähne (4) im
 unteren Bereich zum Nutgrund hin, Öffnungen
 (8),
 die vorzugsweise trapezförmig und den äußeren
 Zahnformen angepaßt sind, angeordnet 15
 sind.

2. Verfahren zur Herstellung einer permanentmagnet-
 erregten Baugruppe einer elektrischen Maschine
 insbesondere einer Synchronmaschine mit zylindri- 20
 schen oder linearen ferromagnetischen Körper und
 darin angeordneten Permanentmagneten,
 dadurch gekennzeichnet,

daß an sich bekannte einteilige Blechronden 25
 oder Blechstreifen (2) spezieller Form mit
 Nuten (3) und Zähnen (4) zu einem Blechpaket
 geschichtet werden,
 anschließend ein Verfestigen der Blechronden
 oder Blechstreifen (2) untereinander mittels 30
 eines nichtferromagnetischen Materials (6),
 vorzugsweise ein Vergießen durchgeführt wird,
 nach dem Verfestigen ein Entfernen der
 schmalen Stege 9, vorzugsweise durch Ausfrä-
 ßen der Nuten (3) des ferromagnetischen Kör- 35
 pers bis auf das nichtferromagnetische
 Material (6) erfolgt,
 die Permanentmagnete (7) festgesetzt und vor-
 zugsweise gleichzeitig mit quellfähigen Mate-
 rial montiert werden und ein anschließendes 40
 Aushärten mit aus dem Elektromaschinenbau
 bekannten Verfahren, vorzugsweise dem VPI-
 Verfahren durchgeführt wird.

3. Permanentmagneterregte Baugruppe einer elektri- 45
 schen Maschine nach Anspruch 1,
 dadurch gekennzeichnet,

daß das nichtferromagnetische Material (6)
 aus Aluminiumverguß besteht. 50

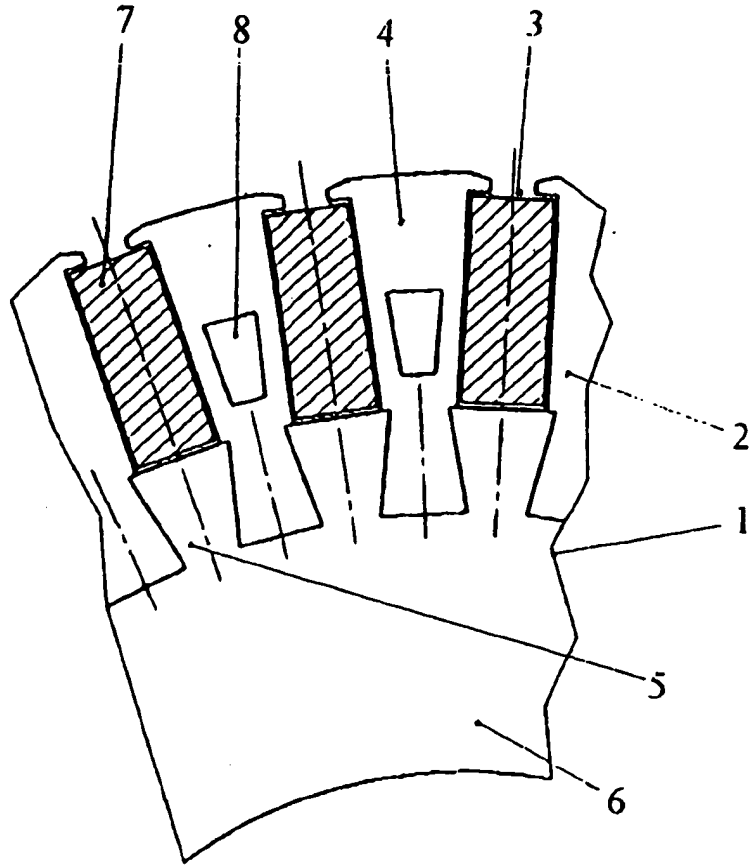


Fig. 1

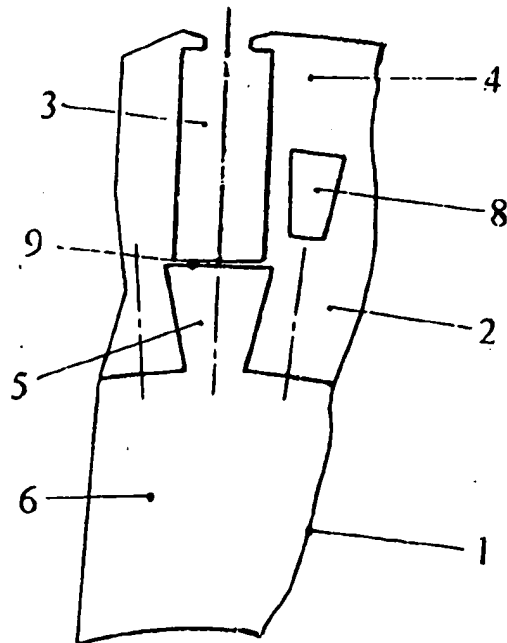


Fig. 2

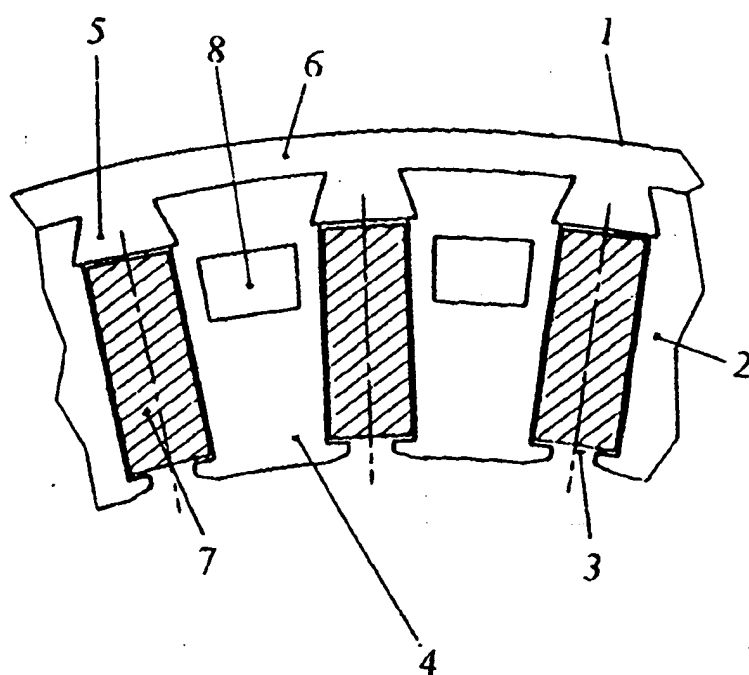


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 12 0240

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 5 091 668 A (BENDAHMANE BOUZIANE ET AL) 25. Februar 1992 (1992-02-25) * Spalte 2, Zeile 43 - Zeile 56 * * Spalte 3, Zeile 4 - Zeile 8 * * Abbildungen 2,3 *		H02K1/27 H02K15/03
A	EP 0 803 962 A (BAMO ELETTROUTENSILI S R L) 29. Oktober 1997 (1997-10-29) * Spalte 2, Zeile 20 - Zeile 26 * * Anspruch 4 * * Abbildungen 1,2 *		
A	EP 0 013 157 A (GARRETT CORP) 9. Juli 1980 (1980-07-09) * Seite 8, Zeile 30 - Seite 9, Zeile 4 * * Abbildungen 1,2 *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) H02K
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 31. Januar 2000	Prüfer Foussier, P
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: mündliche Offenbarung P: Zwischenliteratur		T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 12 0240

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

31-01-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5091668 A	25-02-1992	FR 2655784 A	14-06-1991
		AT 102765 T	15-03-1994
		DE 69007244 D	14-04-1994
		DE 69007244 T	16-06-1994
		DK 431514 T	20-06-1994
		EP 0431514 A	12-06-1991
		ES 2050917 T	01-06-1994
		JP 4340340 A	26-11-1992
EP 0803962 A	29-10-1997	IT M1960314 U	23-10-1997
EP 0013157 A	09-07-1980	US 4302693 A	24-11-1981
		US 4242610 A	30-12-1980
		AT 23006 T	15-11-1986
		JP 1387611 C	14-07-1987
		JP 55100050 A	30-07-1980
		JP 61048342 B	23-10-1986
		US 4296544 A	27-10-1981
		US 4339874 A	20-07-1982

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82